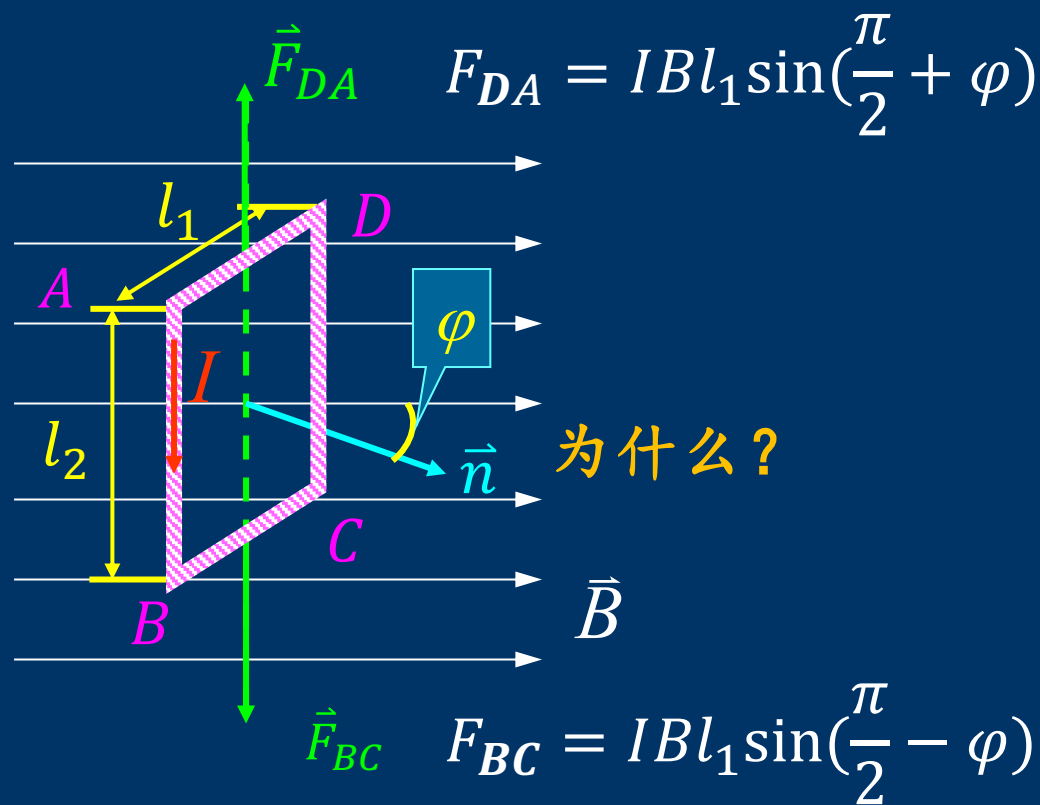
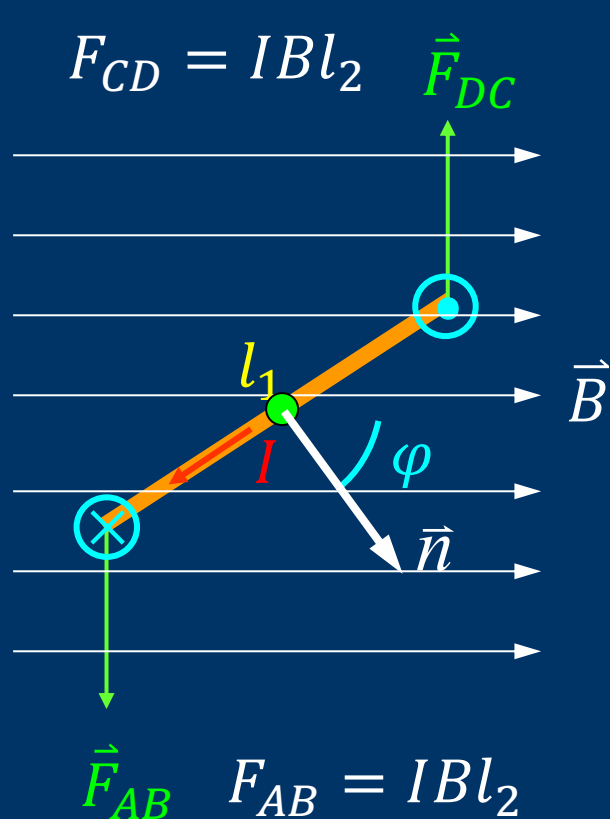


四. 载流线圈所受的磁力



$$\sum_i \vec{F} = 0 \quad \text{线圈无平动} \quad \text{质心不动}$$

绕竖直对称轴做逆时针方向的转动

对中心的力矩大小为

$$M = M_1 + M_2 = F_{AB} \cdot l_1 \sin \varphi$$

$$F_{AB} = IB l_2 \quad F_{CD} = IB l_2$$

$$M = IB l_2 \cdot l_1 \sin \varphi = IB S \sin \varphi$$

$$\vec{M} = I \vec{S} \times \vec{B}$$

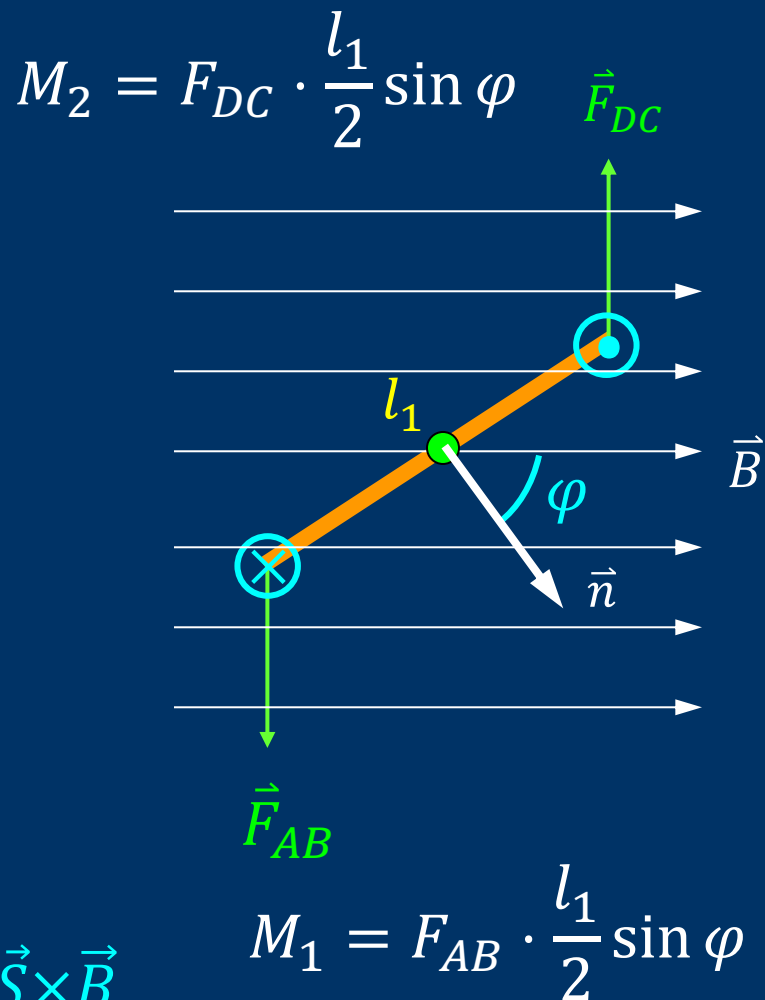
适合于任意形状的线圈

(1) 线圈若有 N 匝线圈 $\vec{M} = N I \vec{S} \times \vec{B}$

(2) $\vec{M}$ 作用下, 磁通量增加

$$\varphi = 0 \quad \Phi_m = BS \quad M = 0$$

稳定平衡



$$M_2 = F_{DC} \cdot \frac{l_1}{2} \sin \varphi$$

对中心的力矩大小为

$$M = M_1 + M_2 = F_{AB} \cdot l_1 \sin \varphi$$

$$F_{AB} = IB l_2$$

$$M = IB l_2 \cdot l_1 \sin \varphi = IB S \sin \varphi$$

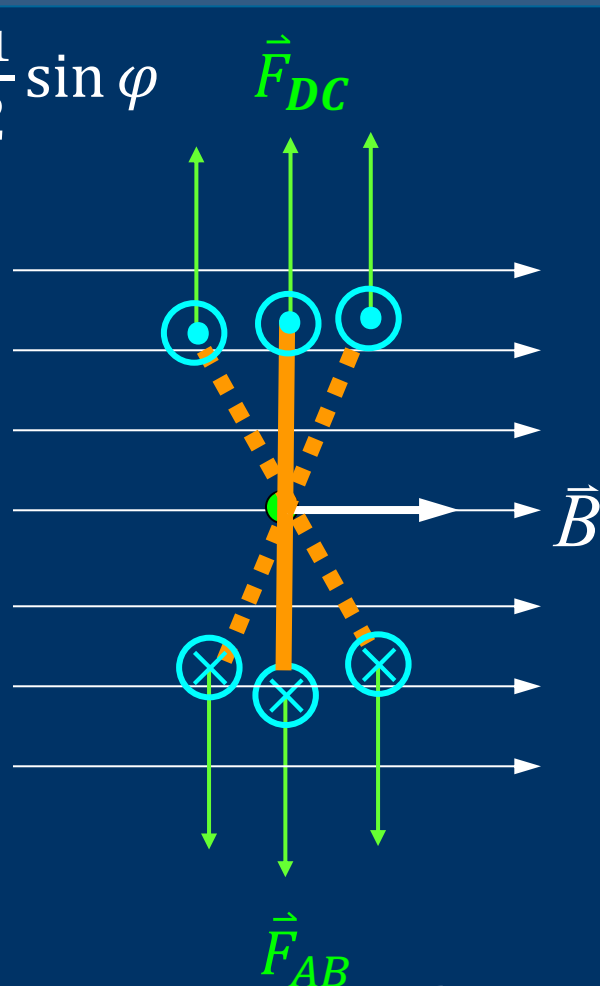
适合于任意形状的线圈

(1) 线圈若有 N 匝线圈 $\vec{M} = N I \vec{S} \times \vec{B}$

(2) M 作用下，磁通量增加

$\varphi = 0$ $\Phi_m = BS$ $M = 0$ 稳定平衡

$\varphi = \pi$ $\Phi_m = -BS$ $M = 0$ 非稳定平衡



$$M_1 = F_{AB} \cdot \frac{l_1}{2} \sin \varphi$$

对中心的力矩大小为

$$M_1 = F_{AB} \cdot \frac{l_1}{2} \sin \varphi$$

$$M = M_1 + M_2 = F_{AB} \cdot l_1 \sin \varphi$$

$$F_{AB} = IB l_2$$

$$M = IB l_2 \cdot l_1 \sin \varphi = IBS \sin \varphi$$

适合于任意形状的线圈

(1) 线圈若有 N 匝线圈 $\vec{M} = NI\vec{S} \times \vec{B}$

$$M_2 = F_{DC} \cdot \frac{l_1}{2} \sin \varphi$$

(2) M 作用下，磁通量增加

$$\varphi = 0 \quad \Phi_m = BS \quad M = 0$$

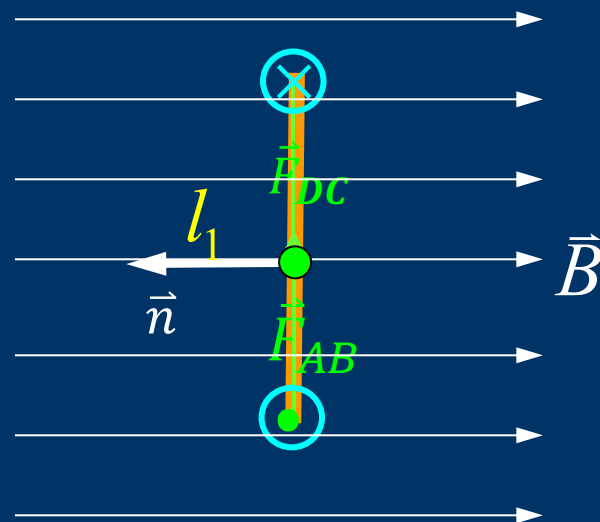
稳定平衡

$$\varphi = \pi \quad \Phi_m = -BS \quad M = 0$$

非稳定平衡 自己分析下

$$\varphi = \frac{\pi}{2} \quad \Phi_m = 0 \quad M = IBS$$

力矩最大



对中心的力矩大小为

$$M = M_1 + M_2 = F_{AB} \cdot l_1 \sin \varphi$$

$$F_{AB} = IB l_2$$

$$M = IB l_2 \cdot l_1 \sin \varphi = IB S \sin \varphi$$

适合于任意形状的线圈

(1) 线圈若有 N 匝线圈 $\vec{M} = NI \vec{S} \times \vec{B}$

(2) $\vec{M}$ 作用下，磁通量增加

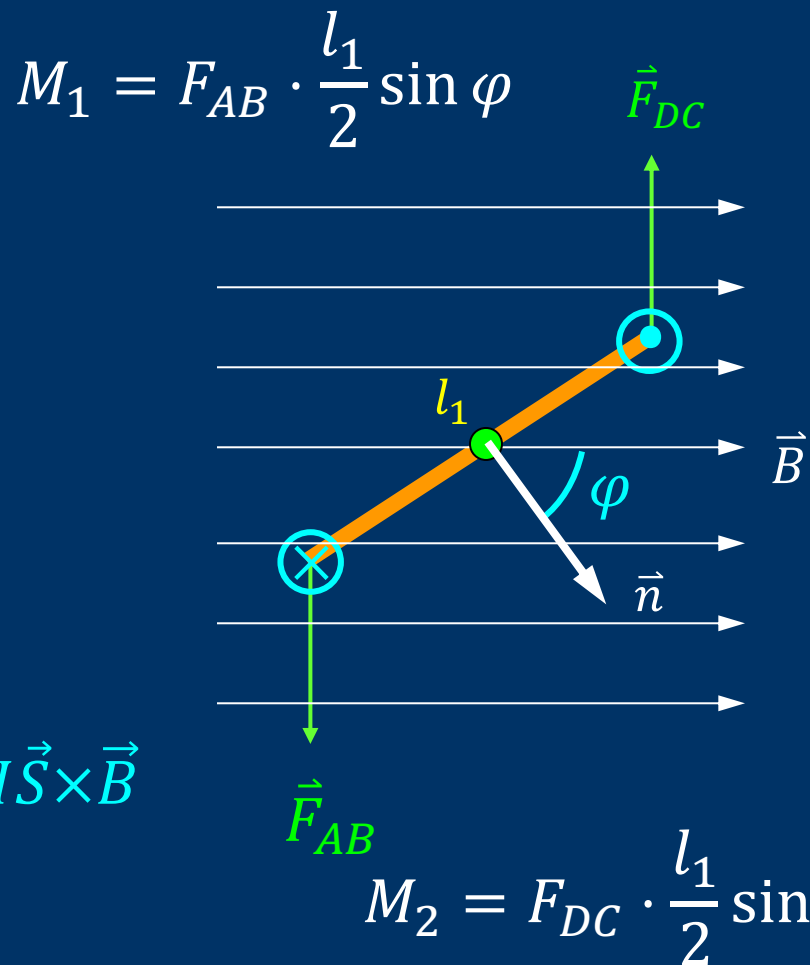
$$\varphi = 0 \quad \Phi_m = BS$$

稳定平衡

$$\varphi = \pi \quad \Phi_m = -BS \quad M = 0$$

非稳定平衡

思考：如果将该线圈放置于非均匀磁场，线圈将如何运动？

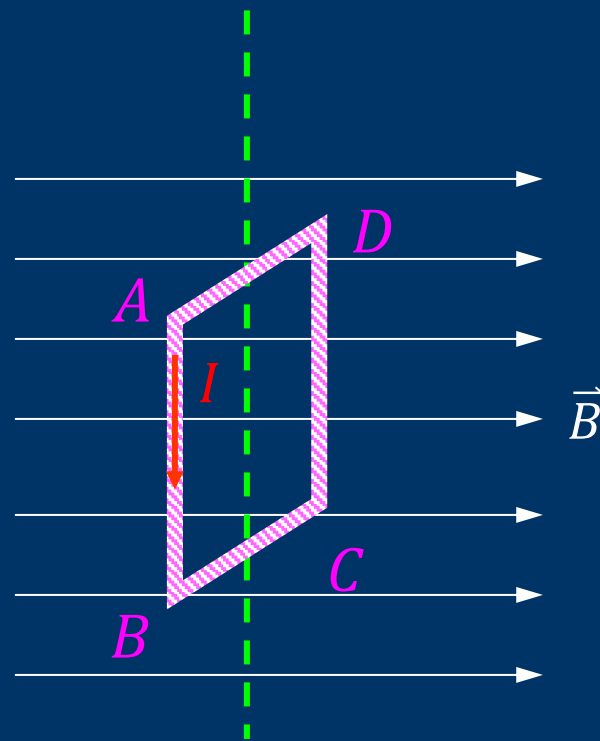
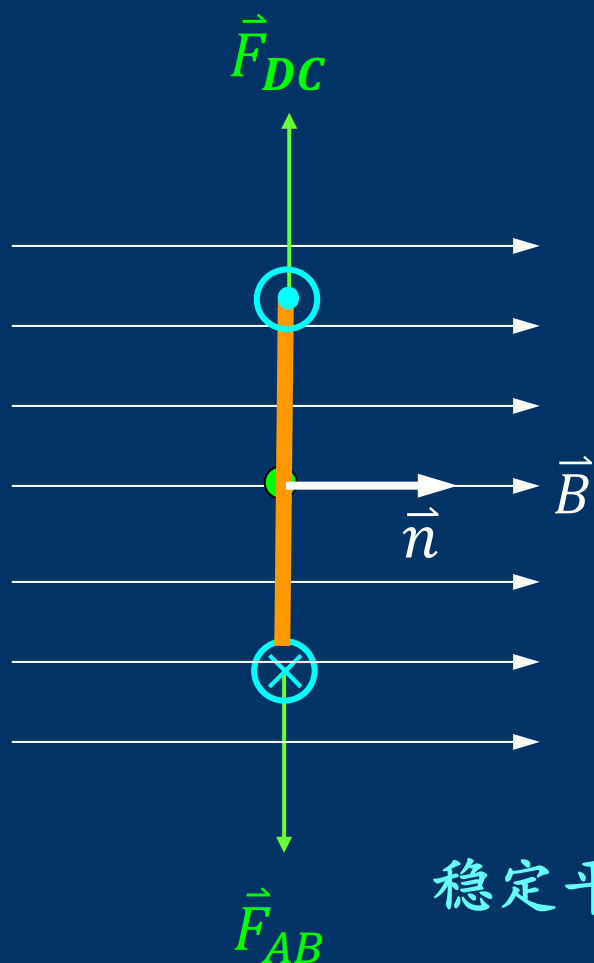


五. 直流电动机 通入直流电-----机械能



五. 直流电动机 思考：无法连续不断地输出机械能，怎么办？

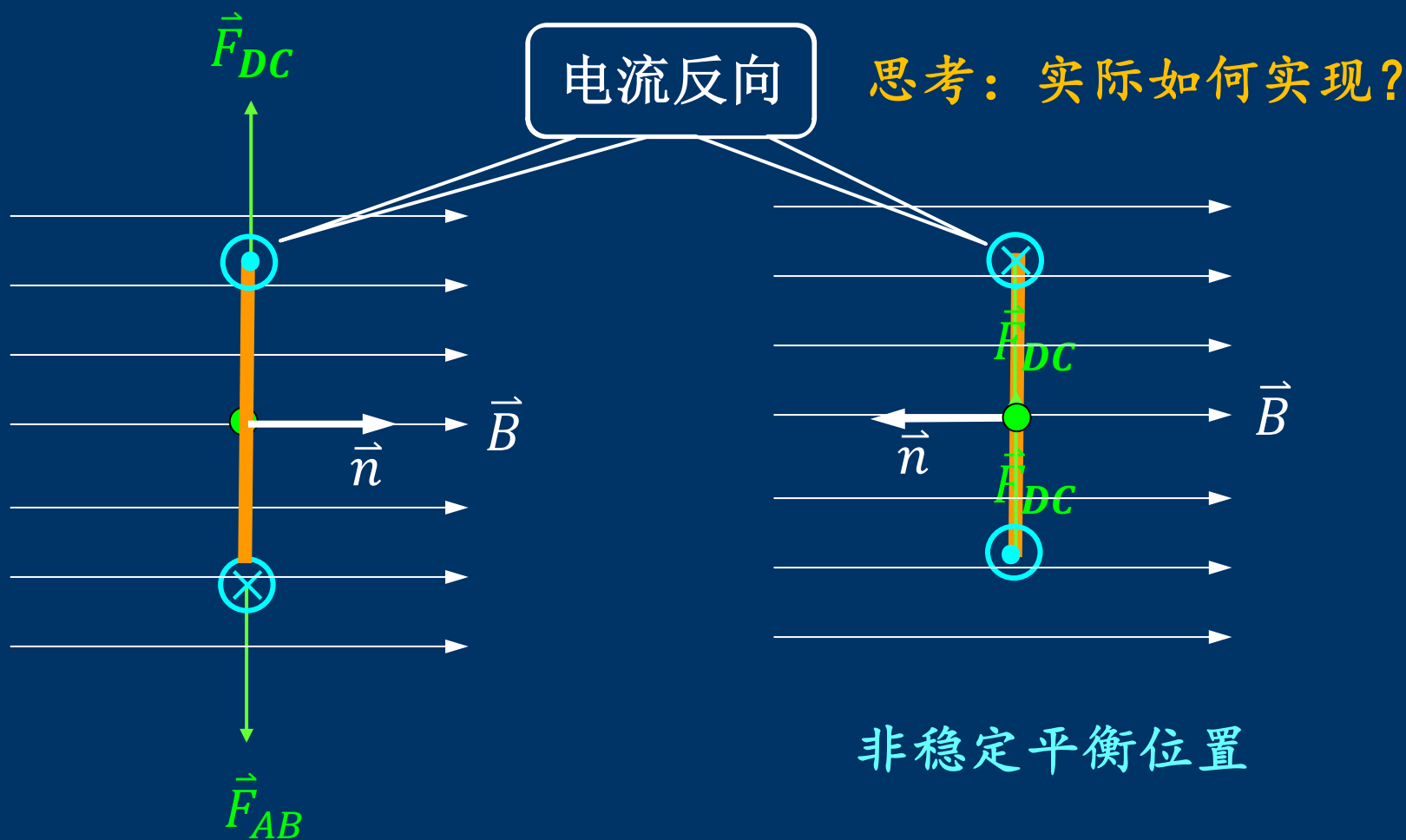
线圈通电之后，可以绕着对称轴转动，输出机械能----电动机



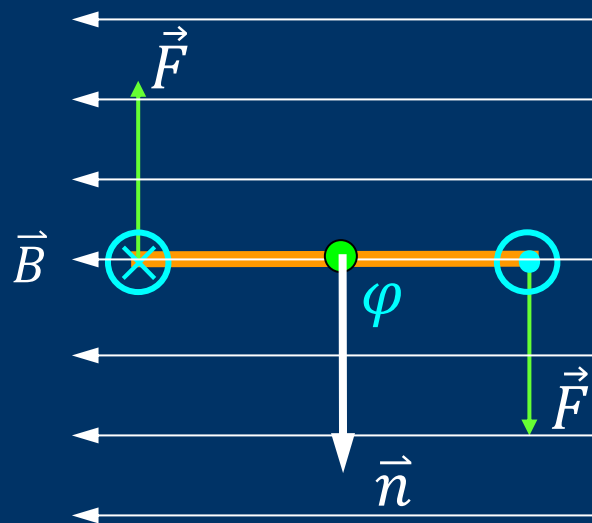
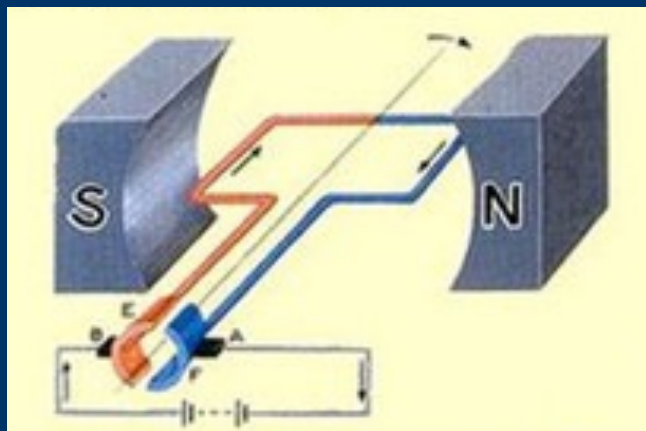
稳定平衡位置，做振荡

五. 直流电动机

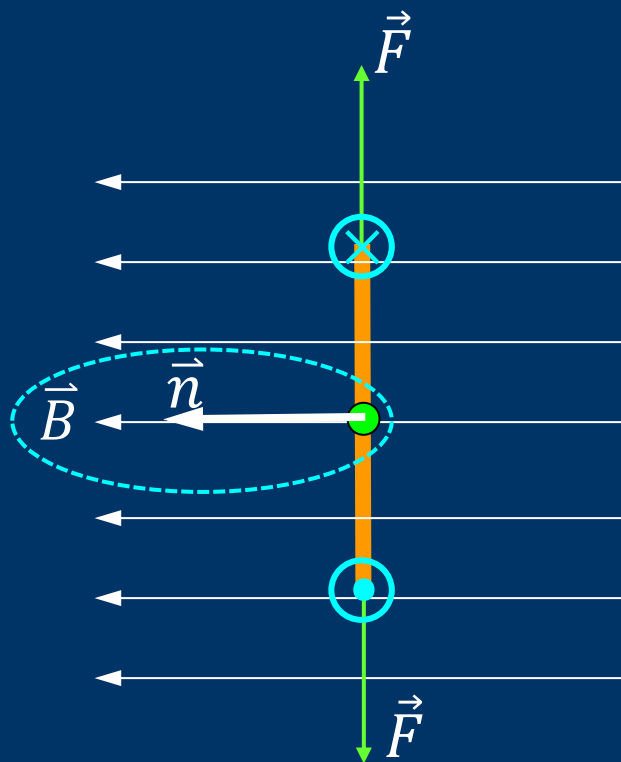
线圈通电之后，可以绕着对称轴转动，输出机械能----电动机



顺时针旋转

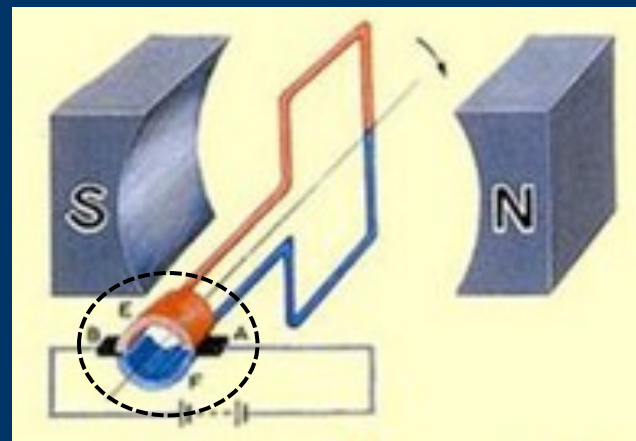


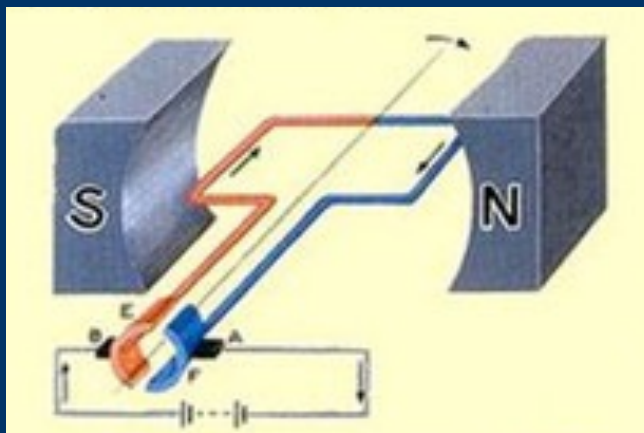
力矩最大



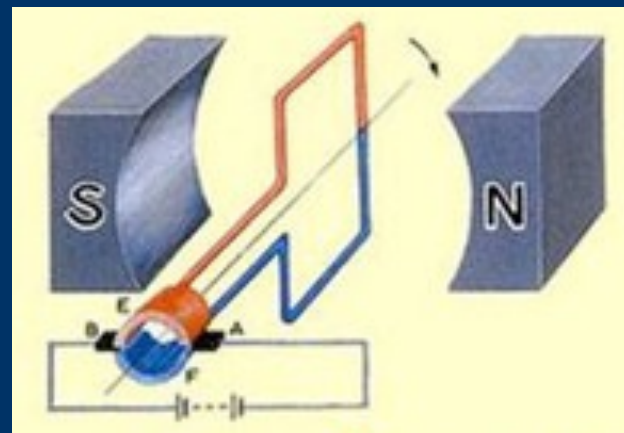
力矩为零

稳定平衡位置

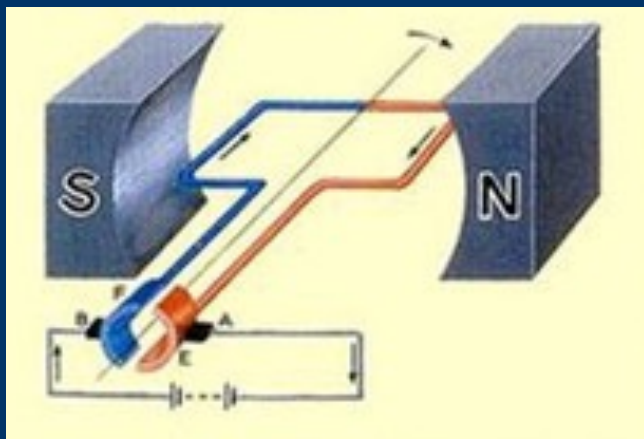




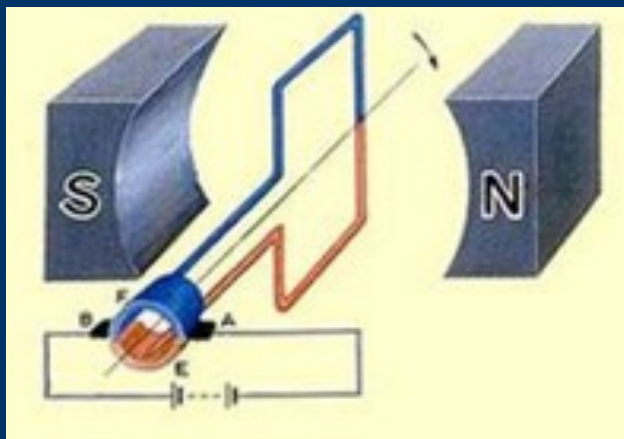
(1)



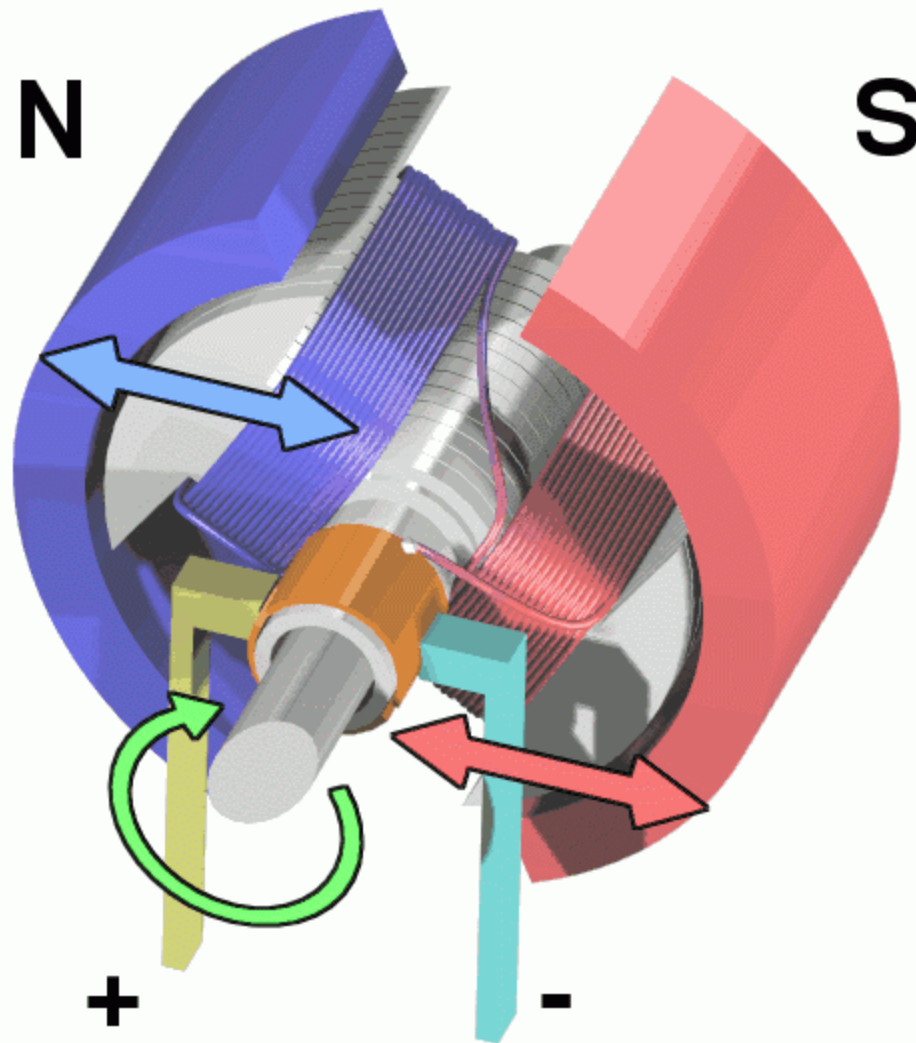
(2)



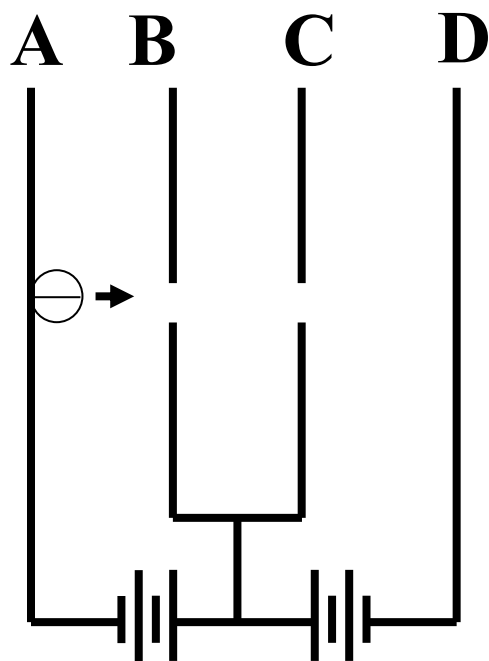
(3)



(4)



例如：如图，从F处释放一个无初速度电子(带电量为 $e>0$)向B板方向运动，指出下列对电子运动描述中，正确的是(设电源电压均为 U) **ABD**)



- A. 电子到达B板时的动能是 Ue
- B. 电子从B板到达C板时动能的变化量为零
- C. 电子到达D板时动能为 Ue
- D. 电子在A板与D板间作往返运动

例 在垂直纸平面的均匀磁场的作用下，有一电子束在纸平面内作圆周运动，其半径为 $R = 15 \text{ cm}$. 已知电子是在 $\Delta V = 175 \text{ V}$ 的加速电压下，由静止获得作匀速圆周速度的. 试求：（1）均匀磁场的磁感强度大小
（2）电子的角速度大小

例 在垂直纸平面的均匀磁场的作用下，有一电子束在纸平面内作圆周运动，其半径为 $R = 15 \text{ cm}$. 已知电子是在 $\Delta V = 175 \text{ V}$ 的加速电压下，由静止获得作匀速圆周速度的. 试求：(1) 均匀磁场的磁感强度大小；(2) 电子的角速度大小

解 (1) 由能量守恒定律，有 $m_e v^2 / 2 = e \Delta V$

$$v = \left(\frac{2e\Delta V}{m_e} \right)^{1/2} = 7.86 \times 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$B = m_e v / eR = 2.98 \times 10^{-4} \text{ T}$$

(2) $\omega = v / R = 5.24 \times 10^7 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$



例 边长为 l 的正方形线圈，分别用图示两种方式通以电流 I （其中 ab 、 cd 与正方形共面），在这两种情况下，线圈在其中心产生的磁感强度的大小分别为

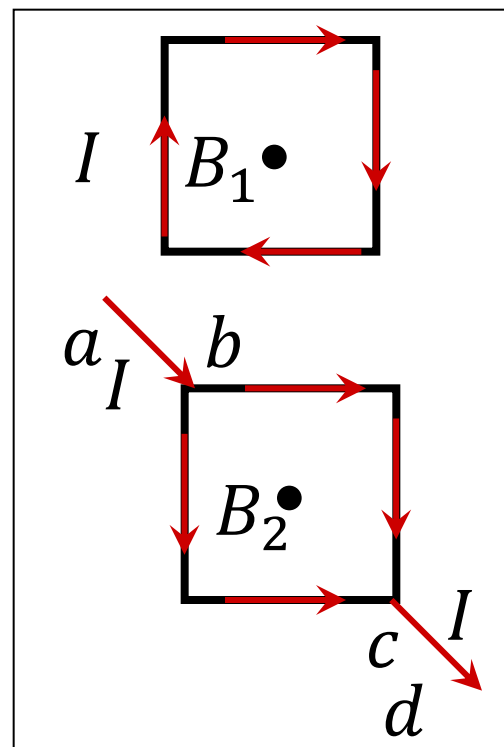
磁感应强度符合叠加原理

(A) $B_1 = 0, B_2 = 0$

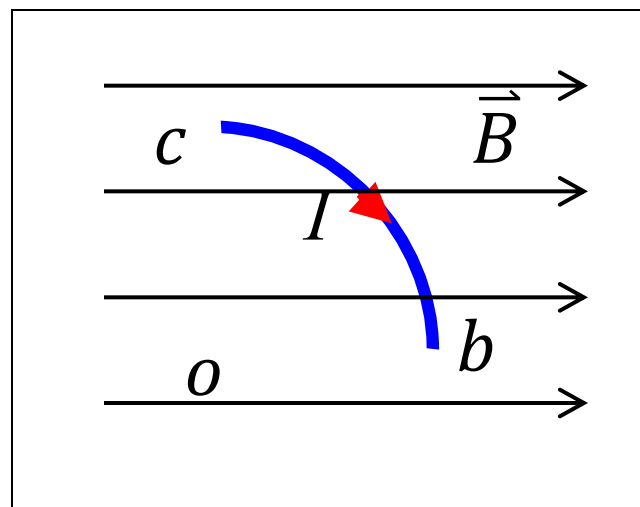
(B) $B_1 = 0, B_2 \neq 0$

(C) $B_1 \neq 0, B_2 = 0$

(D) 不确定



例 有一半径为 a ，流过稳恒电流为 I 的 $1/4$ 圆弧形载流导线 bc ，按图示方式置于均匀外磁场 $\vec{B}$ 中，则该载流导线所受的安培力大小为多少？

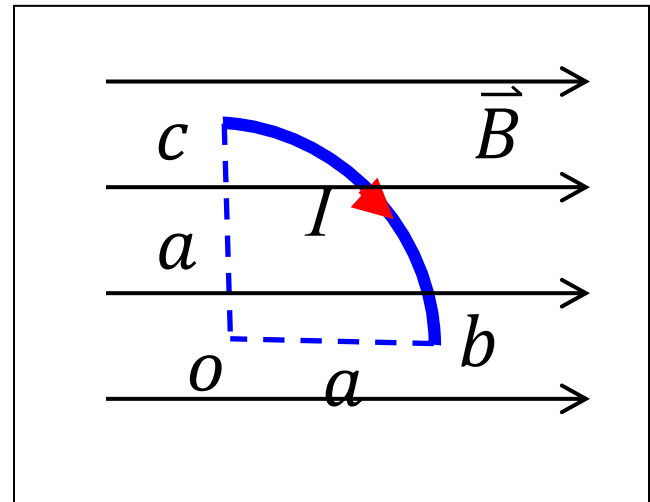


例 有一半径为 a ，流过稳恒电流为 I 的 $1/4$ 圆弧形载流导线 bc ，按图示方式置于均匀外磁场 $\vec{B}$ 中，则该载流导线所受的安培力大小为多少？

解 $\vec{F}_{cb} + \vec{F}_{bo} + \vec{F}_{oc} = 0$

$$F_{bo} = 0$$

$$\vec{F}_{cb} = -\vec{F}_{oc}$$



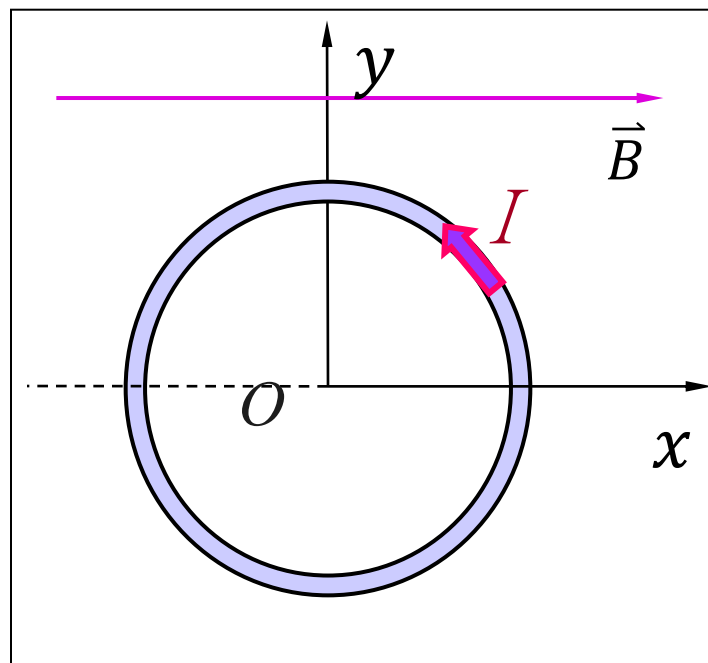
$$F_{oc} = IaB$$

安培力方向：垂直黑板向内

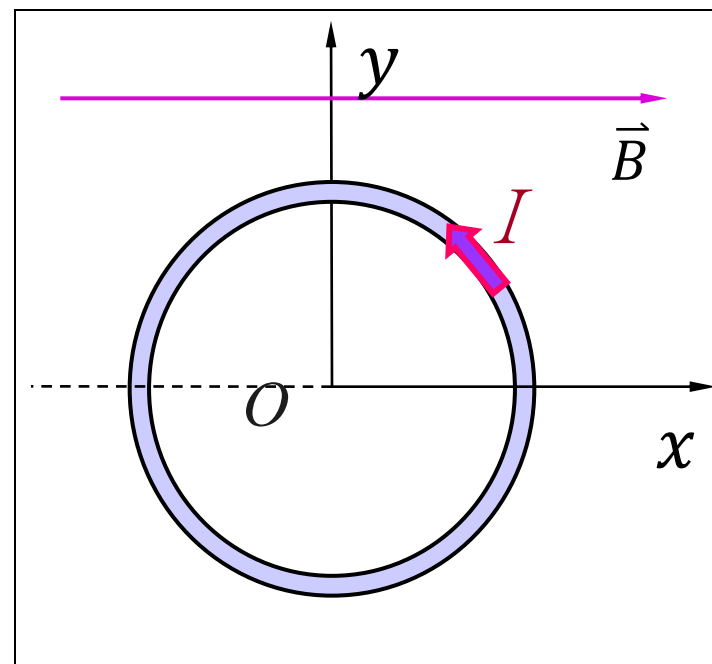
$$F_{cb} = IaB$$

安培力方向：垂直黑板向外

例 如图所示半径为 0.20 m ，电流为 20 A ，可绕轴旋转的圆形载流线圈放在均匀磁场中，磁感应强度的大小为 0.08 T ，方向沿 x 轴正向.问线圈受力情况怎样？ 线圈所受的磁力矩又为多少？



例 如图所示半径为 0.20 m , 电流为 20 A , 可绕轴旋转的圆形载流线圈放在均匀磁场中, 磁感应强度的大小为 0.08 T , 方向沿 x 轴正向. 问线圈受力情况怎样? 线圈所受的磁力矩又为多少?



$$\vec{M} = I\vec{S} \times \vec{B} = I\pi R^2 B \vec{k} \times \vec{i} = I\pi R^2 B \vec{j}$$



例 一带电粒子，垂直射入均匀磁场，如果粒子质量增大到 2 倍，入射速度增大到 2 倍，磁场的磁感应强度增大到 4 倍，则通过粒子运动轨道包围范围内的磁通量增大到原来的

- (A) 2倍 (B) 4倍 (C) 1/2倍 (D) 1/4倍

例 在均匀磁场中，有两个平面线圈，其面积 $A_1 = 2A_2$ ，通有电流 $I_1 = 2I_2$ ，它们所受到的最大磁力矩之比 M_1 / M_2 等于

- (A) 1 (B) 2 (C) 4 (D) 1 / 4

